

K B - PROJEKTY KONSTRUKCYJNE

spółka z ograniczoną odpowiedzialnością
30-010 Kraków, ul. Łokietka 8C/70

tel. +48 (12) 4310449, fax. +48 (12) 6319089

NIP 945-208-10-59

- Faza:** **PROJEKT BUDOWLANY ZAMIENNY**
- Branża:** **KONSTRUKCJA**
- Inwestycja:** **PROJEKT BUDOWLANY ZAMIENNY
REMONTU DACHU BUDYNKU DAWNEJ
SŁODOWNI ZLOKALIZOWANEGO PRZY UL.
STANISŁAWA KOSTKI POTOCKIEGO 7 W
WARSZAWIE**
- Inwestor:** MUZEUM PAŁACU KRÓLA JANA III W WILANOWIE
UL. STANISŁAWA KOSTKI POTOCKIEGO 10/16
02-958 WARSZAWA
- Lokalizacja:** DZIAŁKA NR 2/7, OBRĘB 1-05-53, JEDNOSTKA EW.
146516_8.10553, GMINA WILANÓW, POWIAT M. ST.
WARSZAWA, WOJEWÓDZTWO MAZOWIECKIE
- Jednostka projektowania:** KB – PROJEKTY KONSTRUKCYJNE SP. Z O.O.
KRAKÓW, UL. ŁOKIETKA 8C/70
- Kategoria obiektu:** XIII
- Projektant:** **dr inż. Stanisław Karczmarczyk**
upr nr ewid. 224/69
- Sprawdzający:** **mgr inż. Mirosław Bielecki**
upr nr ewid. MAP/0071/POOK/11
- Współpraca:** mgr inż. arch. Dominik Karaś
upr nr ewid. MPOIA/057/2019

SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA:

1. Cel i zakres opracowania	3
2. Podstawa opracowania	4
3. Ogólny opis obiektu	6
4. Stan zachowania technicznego	8
4.1 Systematyka uszkodzeń i ocena stanu zachowania technicznego	8
5. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe	9
5.1 Zestawienie obciążeń	9
6. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe stanu istniejącego	10
6.1 Analityczny model z uwzględnieniem zredukowanych przekrojów	13
6.2 Wyniki z obliczeń statyczno-wytrzymałościowych	14
6.3 Analityczny model bez uwzględnienia zredukowanych przekrojów	19
6.4 Wyniki z obliczeń statyczno-wytrzymałościowych	21
7. Analiza odkształceń geometrycznych	26
8. Program prac wzmacniających	28

1. Cel i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany zamienny remontu dachu budynku dawnej słodowni zlokalizowanego przy ul. Stanisława Kostki Potockiego 7 w Warszawie opracowany zgodnie z obecnie obowiązującymi przepisami oraz normami europejskimi.

Niniejsze opracowanie podzielone jest umownie na dwie części. Pierwsza część opracowania obejmuje zagadnienia dotyczące oceny stanu zachowania technicznego opiniowanych elementów dachu budynku dawnej słodowni natomiast w drugiej części dokumentacji ujęto ogólne zasady i warunki konstrukcyjno - materiałowe wykonania niezbędnych prac wzmacniająco - zabezpieczających zapewniających spełnienie obecnie obowiązujących przepisów dotyczących wymaganego poziomu bezpieczeństwa i użytkowania obiektu.

Podstawowym celem oceny stanu technicznego jest systematyka i analiza uszkodzeń opiniowanych elementów, określenie przyczyn ich powstawania oraz określenie możliwości realizacji przedstawionego programu prac budowlanych. Program remontu ma na celu zapewnienie możliwości dalszego bezpiecznego użytkowania przedmiotowego budynku z uwzględnieniem wymaganego poziomu bezpieczeństwa w zakresie nośności i użyteczności a także wykonania niezbędnych prac remontowych polegających na wzmocnieniu istniejącej konstrukcji więźby dachowej.

W części opisowej, dotyczącej stanu istniejącego ujęto ogólną charakterystykę umownie wyodrębnionych części obiektu oraz dokonano oceny tych elementów wraz z wnioskami i zaleceniami warunkującymi zapewnienie stanu technicznego spełniającego współczesne przepisy normowe. Zakres opracowania wykonano na podstawie materiałów dostarczonych przez Zleceniodawcę, protokołów i oględzin wykonanych przez międzybranżowy zespół specjalistów oraz na podstawie wykonanych badań, pomiarów i odkrywek konstrukcyjnych.

2. Podstawa opracowania

Podstawy formalne i merytoryczne niniejszego opracowania stanowi:

1. Umowa nr 377/KA/PP/2018 zawarta w dniu 08 sierpnia 2018 r. przez Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie, ul. Stanisława Kostki Potockiego 10/16, 02-958 Warszawa na wykonanie przedmiotowej dokumentacji.
2. *Projekt budowlany remontu dachu budynku dawnej słodowni zlokalizowanego przy ul. Stanisława Kostki Potockiego 7 w Warszawie z września 2018 roku,*
3. *Projekt wykonawczy remontu dachu budynku dawnej słodowni zlokalizowanego przy ul. Stanisława Kostki Potockiego 7 w Warszawie z listopada 2018 roku,*
4. *Specyfikacja Istotnych Warunków Zamówienia (SIWZ) w postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego prowadzonego w trybie przetargu nieograniczonego na: Wykonanie projektu budowlanego i wykonawczego remontu dachu budynku dawnej Słodowni zlokalizowanego przy ul. Stanisława Kostki Potockiego 7 w Warszawie wraz z przekazaniem autorskich praw majątkowych dla tego projektu oraz pełnienie nadzoru autorskiego nad realizacją Projektu. Znak sprawy: KF.AZ.2401.6.JM.2018.*
5. *Badania architektoniczne spichlerza przy ul. Stanisława Kostki Potockiego 7 w Warszawie (załącznik nr 1 i 2 do przedmiotowej Umowy) opracowane przez firmę InSitu Pracownia Dokumentacji i Konserwacji Zabytków w czerwcu 2017 r.*
6. *Ekspertyza techniczna budynku zabytkowego spichlerza w zespole gospodarczym Wilanowa, ul. Stanisława Kostki Potockiego 7 w Warszawie (załącznik nr 3 do przedmiotowej Umowy) opracowana przez mgr inż. Sławomira Szarleja oraz mgr inż. Michała Dębkowskiego w czerwcu 2017 r.*
7. *Operat techniczny do inwentaryzacji konserwatorskiej zabytkowego spichlerza w zespole gospodarczym Wilanowa (załącznik nr 4 do przedmiotowej Umowy) opracowana przez firmę InSitu Pracownia Dokumentacji i Konserwacji Zabytków w maju 2017 r.*
8. *Ekspertyza mykologiczna budynku spichlerza znajdującego się w Warszawie przy ul. S.K. Potockiego 7 (załącznik nr 5 do przedmiotowej Umowy) opracowana przez firmę InSitu Pracownia Dokumentacji i Konserwacji Zabytków w czerwcu 2017 r.*
9. *Podkłady architektoniczne udostępnione przez Zleceniodawcę stanowiące załącznik nr 6 do przedmiotowej Umowy.*
10. *Wydruk z mapy zasadniczej udostępniony przez Zleceniodawcę stanowiący załącznik nr 7 do przedmiotowej Umowy.*
11. *Zalecenia Mazowieckiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków (załącznik nr 8 do przedmiotowej Umowy) opracowane w maju 2018 roku dotyczące przedmiotowego zlecenia.*
12. *Opinia geotechniczna dla istniejącego budynku spichlerza w zespole gospodarczym Wilanowa przy ul. Kostki Potockiego 7 w Warszawie (załącznik nr 9 do przedmiotowej Umowy) opracowana przez mgr inż. Andrzeja Dmowskiego oraz inż. Mariana Dmowskiego w maju 2017 r.*
13. *Przeгляд techniczny stanu zachowania analizowanych elementów konstrukcyjnych oraz oględziny obiektu połączone z ogólną inwentaryzacją konstrukcyjną przeprowadzone przez Autorów niniejszego opracowania w sierpniu 2018 roku.*

14. Obowiązujące normy, literatura przedmiotu oraz warunki techniczne projektowania, w szczególności uwzględniono przepisy aktualnie obowiązujących norm Eurokod:

- a) PN-EN 1990 Eurokod 0 - Podstawy projektowania konstrukcji.
- b) PN-EN 1991-1-1:2002 Eurokod 1 - Oddziaływania na konstrukcje, Część 1-1; Oddziaływania ogólne, Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
- c) PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1 - Oddziaływania na konstrukcje, Część 1-3; Oddziaływania ogólne – Obciążenie śniegiem.
- d) PN-EN 1991-1-4: 2005 Eurokod 1- Oddziaływania na konstrukcje, Część 1-4; Oddziaływania ogólne – Obciążenie wiatrem.
- e) PN-EN 1995-1-1:2005 Eurokod 5 - Projektowanie konstrukcji drewnianych - Część 1-1: Zasady ogólne i zasady dla budynków.
- f) PN-EN 1996-1-1:2006 Eurokod 6 - Projektowanie konstrukcji murowych - Część 1-1: Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych.
- g) PN-EN 1996-1-2:2005 Eurokod 6 - Projektowanie konstrukcji murowych - Część 1-2: Reguły ogólne -- Projektowanie konstrukcji na wypadek pożaru.
- h) PN-EN 1996-3:2006 Eurokod 6 - Projektowanie konstrukcji murowych - Część 3: Uproszczone metody obliczania niezbrojonych konstrukcji murowych.
- i) PN-EN 1997-2:2007 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 2: Badania podłoża gruntowego.

15. Literatura przedmiotu oraz tablice projektowe:

- a) Ustawa z dnia 7 lipca 1994 roku. Prawo budowlane Dz.U nr 89 z 1994 r. z późniejszymi zmianami.
- b) Czapliński K.: *Sposób i forma opracowania ekspertyz budowlanych*, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2012 r.
- c) Wiłun Z. *Zarys geotechniki* Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, 2000 r.
- d) Hajdasz ST. *Sposoby ustalenia zużycia technicznego budynków i budowli*, Promiks, 1991 r.
- e) Hadyna J. *Utrzymanie obiektów budowlanych – materiały MOIIB – Kraków*, 2005 r.
- f) Dmitriew F. D. *Katastrofy budowlane Szkice historyczno - techniczne* Budownictwo i Architektura Warszawa 1956 r.
- g) Borusiewicz W. *Konserwacja zabytków budownictwa murowanego*, Arkady 1985 r.
- h) Pieper K. *Sicherung historischer Bauten*, Verlag Ernst & Sohn, Berlin-München, 1983 r.
- i) Thullie M. *Podręcznik statyki budowli – Lwów* 1902 r. z archiwalnymi tablicami zawierającymi charakterystyki geometryczne profili stalowych.
- j) Hola J., Schabowicz K.: *Diagnostyka obiektów budowlanych*, Materiały Budowlane, 2015 r., 5,3-7.
- k) Masłowska E., Spizewska D.: *Wzmacnianie konstrukcji budowlanych*, Arkady, Warszawa 2000 r.

3. Ogólny opis obiektu

Przedmiotowy budynek słodowni zlokalizowany przy ul. Stanisława Kostki Potockiego 7 znajduje się w zespole obiektów gospodarczych oddalonych około 400 m od Pałacu w Wilanowie. Równoległe do budynku słodowni, od północnej strony usytuowany jest budynek dawnego browaru.

Dokładna data wzniesienia obiektu słodowni nie jest znana. Prawdopodobnie budynek ten został wzniesiony w II poł. XVIII w. zapewne niedługo po wybudowaniu browaru, którego powstanie datuje się na lata czterdzieste tego samego wieku. W pierwszej fazie budowlanej ukształtowana została bryła budynku zachowana do dnia dzisiejszego a także główne podziały wewnątrz obiektu. Na podstawie badań architektonicznych można stwierdzić, że słodownia była wzniesiona przez architekta z zastosowaniem ówczynie dostępnych najnowszych rozwiązań technicznych. Potwierdzić to może fakt, iż budynek był wykorzystywany do celów produkcyjnych aż do początku lat XX stulecia przy niewielkim zakresie prowadzonych w nim prac remontowo-modernizacyjnych.

Budynek objęty jest pełną ochroną konserwatorską jako zabytek nieruchomy wpisany do rejestru zabytków decyzją z dnia 1 lipca 1965 roku pod numerem **A-639/29**.



Fot. 1. Lokalizacja budynku słodowni wilanowskiej według Google Maps.

Budynek został wzniesiony jako obiekt częściowo podpiwniczony, dwupiętrowy z dwupoziomowym poddaszem użytkowym. Obrys rzutu słodowni mieści się w wymiarach zewnętrznych 13,77 x 58,66 m. Konstrukcję słodowni zrealizowano w technologii tradycyjnej, murowanej, z wewnętrznym mieszanym układem ścian nośnych z cegły pełnej na zaprawie wapiennej. Stropy w analizowanym obiekcie wzniesiono jako drewniane stropy belkowe uzupełnione lokalnie ceramicznymi stropami typu Kleina na belkach stalowych. Więźba dachowa została wykonana w postaci dwupoziomowej konstrukcji wsporczej o układzie płatiwio-jętkowym. Łączenia elementów drewnianych zrealizowano przy pomocy połączeń ciesielskich. Budynek posiada czterospadowy (kopertowy) dach z obustronnym doświetleniem połaci w postaci dwupoziomowych świetlików a pokrycie dachowe stanowi ceramiczna dachówka karpiówka. Obiekt słodowni posadowiony jest za pośrednictwem łąw i stóp fundamentowych wykonanych z cegły pełnej na zaprawie wapiennej, na warstwach gruntu nośnego.



Fot. 2. *Widok ogólny budynku słodowni wchodzącego w skład obiektów gospodarczych Palacu w Wilanowie*

Elewacje otynkowane zwieńczone są uwydatnionym wyprofilowanym gzymsem zlokalizowanym nad pasmem okien I piętra. Pierwotnie elewacje wzniesiono o regularnej, osiowej kompozycji natomiast obecnie w wyniku wtórnych przekształceń i adaptacji obiektu znajdują się w asymetrycznym układzie reprezentowanym przez lokalizację otworów okiennych i drzwiowych. Podłużna elewacja północna i południowa tworzy jedenastoosiową kompozycję natomiast szczytowa elewacja wschodnia i zachodnia mają trójosiowy układ. Wejście do dawnej części produkcyjnej znajduje się na 2, 7 i 9 osi północnej elewacji frontowej a drzwi wejściowe prowadzące do części mieszkalnej zlokalizowane są na 11 osi obiektu.

4. Stan zachowania technicznego

4.1 Systematyka uszkodzeń i ocena stanu zachowania technicznego

Elementy nośne dachu opiniowanego budynku dawnej słodowni zlokalizowanego przy ul. Stanisława Kostki Potockiego 7 w Warszawie wykazują zróżnicowany stan zachowania technicznego – od **na ogół zadowolającego do przedawaryjnego**. Ocena ta dotyczy elementów pokrycia dachowego, systemu odwodnienia oraz układu więźby dachowej i konstrukcji stropu nad I piętrem. Ocena stanu technicznego opiniowanych elementów wynika głównie z rozpoznania ich stanu zachowania i widocznych oraz udokumentowanych badaniami oznak porażenia przez drewnojady oraz porażen biokorozyjnych.

Stwierdzone wady i uszkodzenia mają istotny wpływ na trwałość budynku, jako obiektu zabytkowego a ponadto wpływają negatywnie na jego estetykę. W przypadku zaniechania prac naprawczych może dojść do nieodwracalnych uszkodzeń destrukcyjnych, które mogą spowodować awarię budynku a w skrajnym przypadku nawet może dojść do katastrofy budowlanej związanej z zawaleniem się połaci dachowej. Należy mieć na uwadze fakt, że w sprzyjających warunkach rozwoju grzyba (szczególnie w przypadku rozkładu brunatnego) całkowita utrata cech wytrzymałości drewna może nastąpić w okresie kilkunastu tygodni.

Szczegółowa analiza zachowania technicznego przedmiotowych elementów znajduje się w części konstrukcyjnej dołączonej do pierwotnego projektu budowlanego remontu dachu budynku dawnej słodowni zlokalizowanego przy ul. Stanisława Kostki Potockiego 7 w Warszawie.

5. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

5.1 Zestawienie obciążeń

- Obciążenie śniegiem

PN-EN 1991-1-3 Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Obciążenie śniegiem			
Lokalizacja budynku:	WARSZAWA		
Strefa obciążenia śniegiem [Tab. NB.1]:	2		
Wysokość nad poziomem morza:	A = 88 m.n.p.m		
Kąt nachylenia połaci dachowej	$\alpha_1 = 34^\circ$ $\alpha_2 = 34^\circ$		
	$\alpha_1 = 75,56\%$ $\alpha_2 = 75,56\%$		
Rodzaj warunków terenowych [Tab. 5.1]:	Normalny		
Obciążenie śniegiem dachów w trwałej i przejściowej sytuacji obliczeniowej:			
	$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$		
$s_k =$	0,90	kN/m ²	- wartość charakter. obciążenia śniegiem gruntu [Tab. NB.1]
$C_t =$	1,00		- współczynnik termiczny [pkt. 5.2 (8)]
$C_e =$	1,00		- współczynnik ekspozycji [Tab. 5.1]
$\mu_1(\alpha_1) =$	0,6933333		- współczynnik kształtu dachu [pkt. 5.3, Tab. 5.2]
$\mu_1(\alpha_2) =$	0,6933333		- współczynnik kształtu dachu [pkt. 5.3, Tab. 5.2]
Przypadek (i):			
$s(\mu_1(\alpha_1)) =$	0,624	kN/m ²	- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu
$s(\mu_1(\alpha_2)) =$	0,624	kN/m ²	- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu
$\gamma_f =$	1,5		- wartość współczynnika obciążeniowego
	$s_d = s_k \cdot \gamma_f$		
$s_d(\mu_1(\alpha_1)) =$	0,94	kN/m ²	- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu
$s_d(\mu_1(\alpha_2)) =$	0,94	kN/m ²	- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu
Przypadek (ii):			
$s(0,5\mu_1(\alpha_1)) =$	0,312	kN/m ²	- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu
$s(\mu_1(\alpha_2)) =$	0,624	kN/m ²	- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu
$s_d(0,5\mu_1(\alpha_1)) =$	0,47	kN/m ²	- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu
$s_d(\mu_1(\alpha_2)) =$	0,94	kN/m ²	- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu
Przypadek (iii):			
$s(\mu_1(\alpha_1)) =$	0,624	kN/m ²	- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu
$s(0,5\mu_1(\alpha_2)) =$	0,312	kN/m ²	- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu
$s_d(\mu_1(\alpha_1)) =$	0,94	kN/m ²	- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu
$s_d(0,5\mu_1(\alpha_2)) =$	0,47	kN/m ²	- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu

- Obciążenia stałe i eksploatacyjne (stan istniejący)

Obecnie przestrzeń poddasza jest nieużytkowana a warstwę wykończeniową stropów stanowi układ z desek gr. 32mm. Do obliczeń stanu istniejącego przyjęto obciążenie eksploatacyjne w poziomie stropu jako obciążenie charakterystyczne równe **0,40 kN/m²**.

W tym przypadku obliczeniowym wykonano analizę kombinacji obciążeń bez uwzględnienia współczynników jednoczesności redukujących obciążenia użytkowe i klimatyczne.

- **Obciążenia stałe i eksploatacyjne (stan projektowany)**

Obciążenie stałe – pokrycie + łączenie (wartość charakterystyczna): **0,95 kN/m²**

Obciążenie użytkowe – w górnym poziomie więźby (wartość charakterystyczna): **1,50 kN/m²**

Obciążenie użytkowe – w poziomie stropu nad I piętrem (wartość charakterystyczna): **2,00 kN/m²**

Obciążenie śniegiem (wartość charakterystyczna): **0,62 kN/m²**

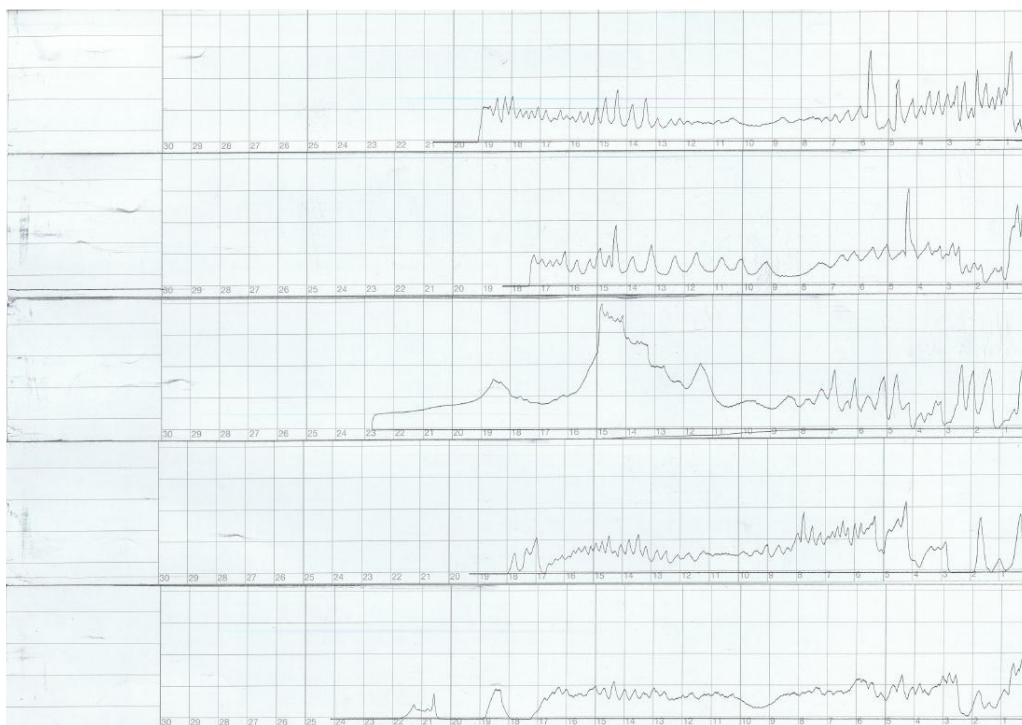
Obciążenie wiatrem (wartość charakterystyczna): **0,32 kN/m²**

W przedmiotowym opracowaniu dla obliczeń stanu projektowanego wykonano analizę kombinacji obciążeń z dominującym obciążeniem śniegiem i obciążeniem użytkowym na stropach pośrednich oraz zredukowanym obciążeniem wiatrem oddziałującym na połac dachu.

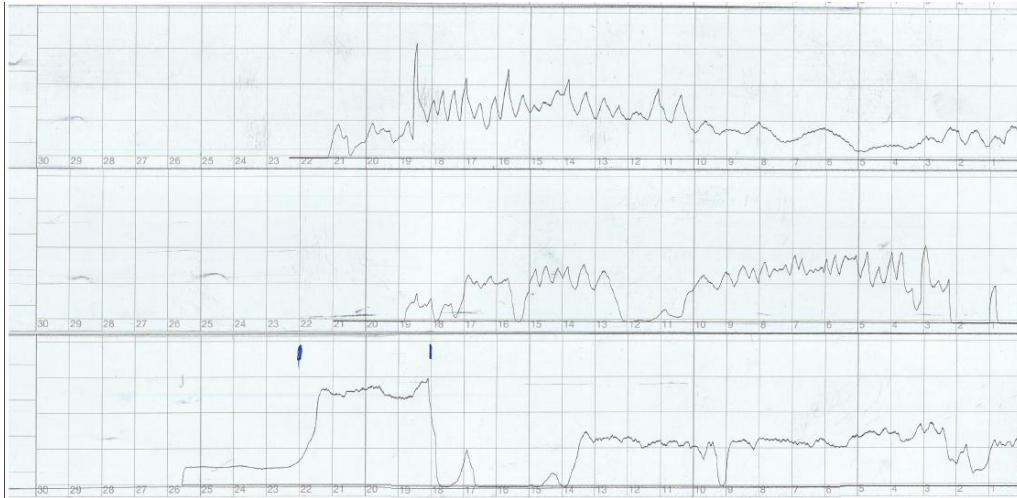
6. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe stanu istniejącego

Poniżej zaprezentowano badania rezystografem oporowym poszczególnych elementów więźby dachowej. Badania te przedstawiają graficznie zmiany siły oporu skrawania penetracji wiertła w analizowanych elementach. Na podstawie tych wyników można określić stan techniczny zachowania struktury drewna w badanych elementach oraz można oszacować klasę wytrzymałościową drewna.

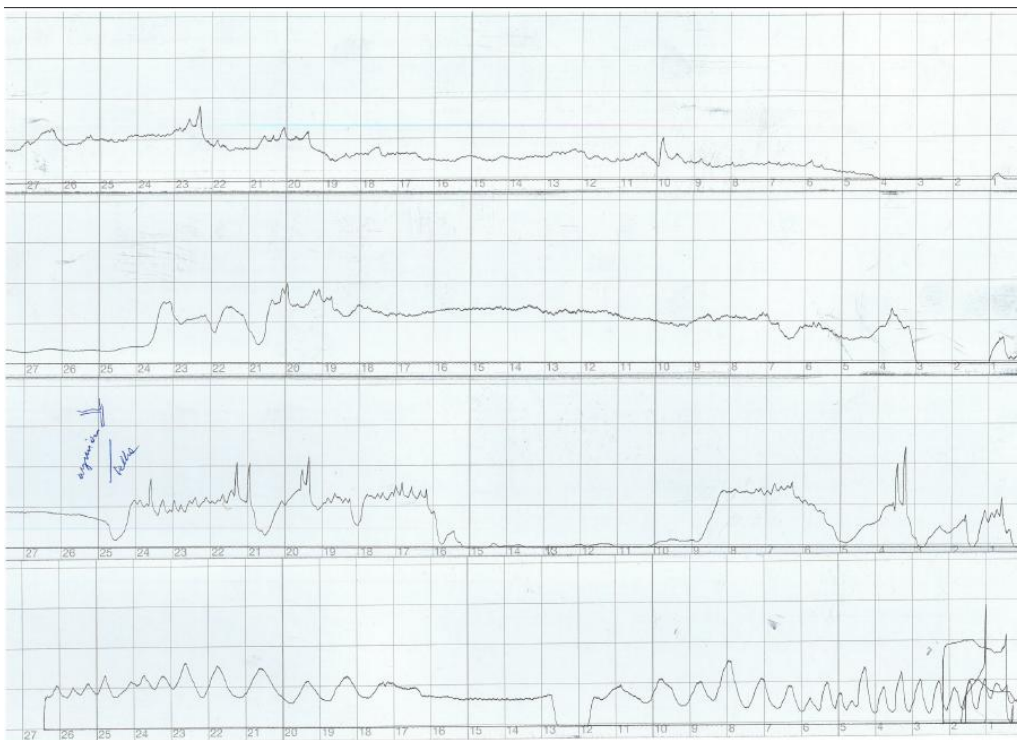
Miecz M1, M2 i M3 oraz płatwie P1 i P2



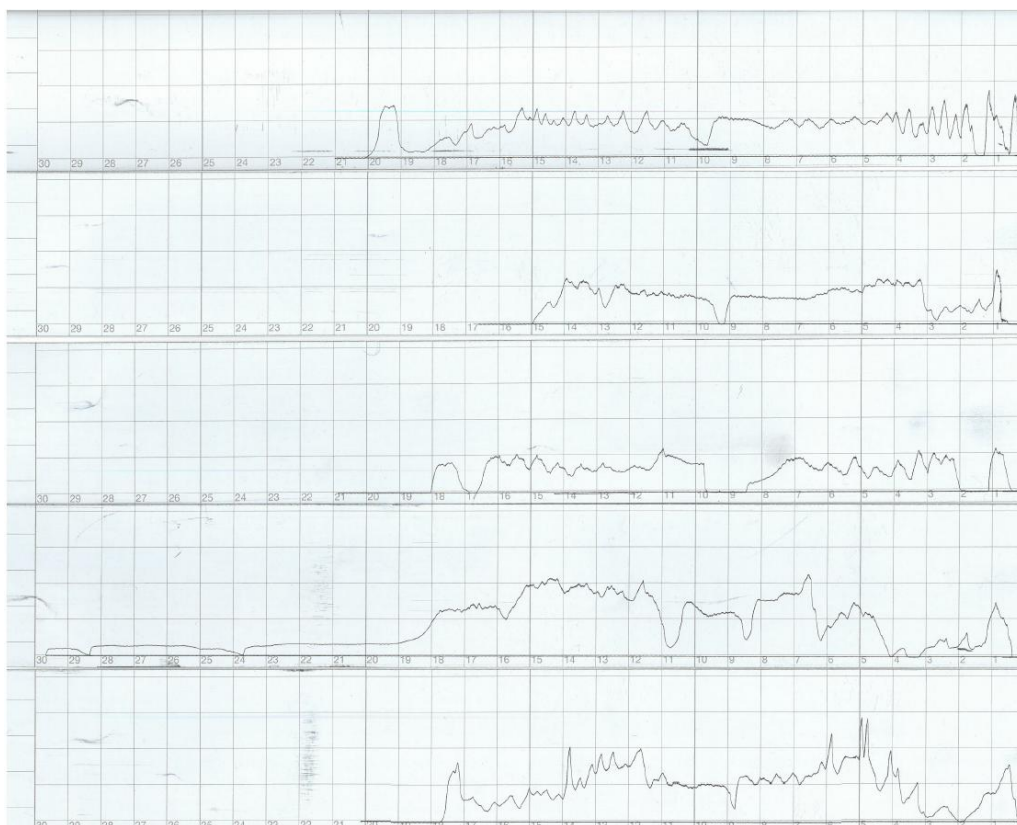
Słupy S1, S2 i S3



Belki stropowe B1, B2, B3 i B4



Krokwie świetlika K1, K2, K3, K4 i K5



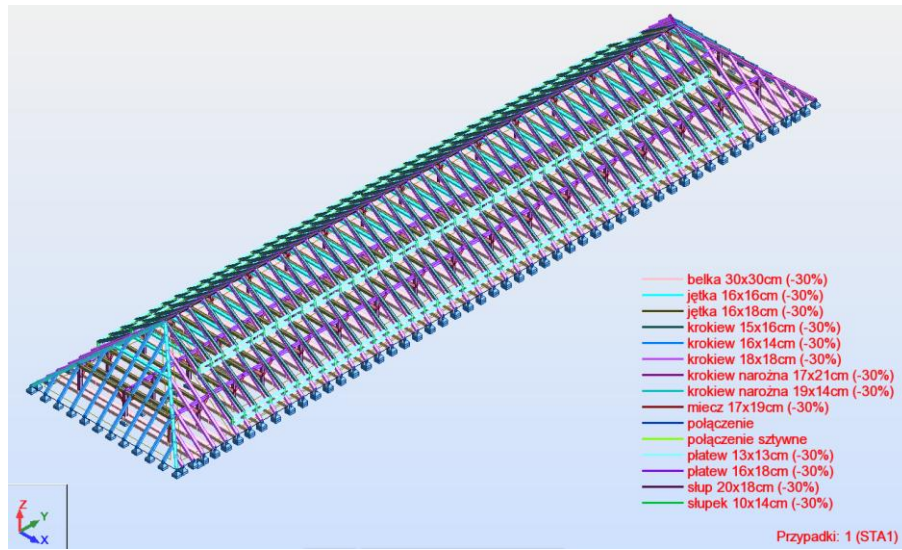
Badania struktury elementów drewnianych więźby dachowej wykazały lokalnie strukturalne osłabienie elementów oraz powierzchniowe ubytki spowodowane postępującą biokorozją tych elementów.

W związku z wykonanym przeglądem obiektu, w przedmiotowym opracowaniu założono dwa stany istniejącego zachowania technicznego elementów drewnianych konstrukcji więźby dachowej.

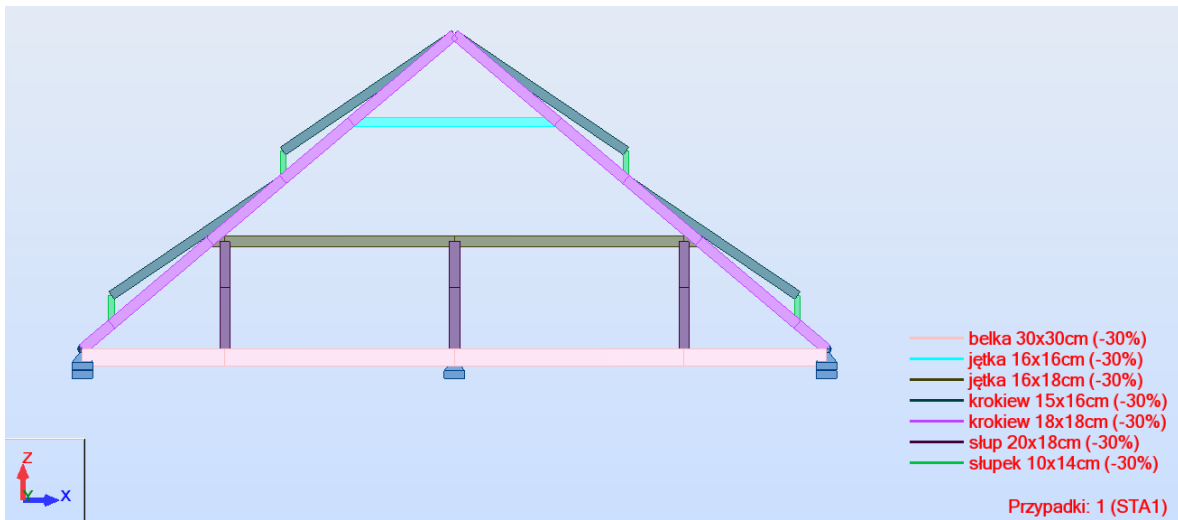
- a) Ze względu na silne porażenia biokorozyjne wbudowanego drewna, w pierwszym przypadku obliczeniowym założono, że zinwentaryzowane przekroje elementów drewnianych zostaną pomniejszone o **30%** na wysokości i na szerokości przekroju poprzecznego. Do wykonania tych obliczeń statycznych - wytrzymałościowych przyjęto wówczas drewno **klasy C16** z uwagi na czas trwania obciążenia konstrukcji.
- b) W drugim przypadku założono obecność zdrowych elementów drewnianych nieporażonych biokorozyjnie. W związku z tym do wykonania obliczeń przyjęto drewno **klasy C20** oraz przekroje poprzeczne niepomniejszone geometrycznie.

Na etapie projektu wykonawczego planuje się wykonanie precyzyjnego określenia elementów drewnianych przeznaczonych do całkowitej wymiany oraz elementów zdrowych podlegających pracom wzmacniającym – naprawczym.

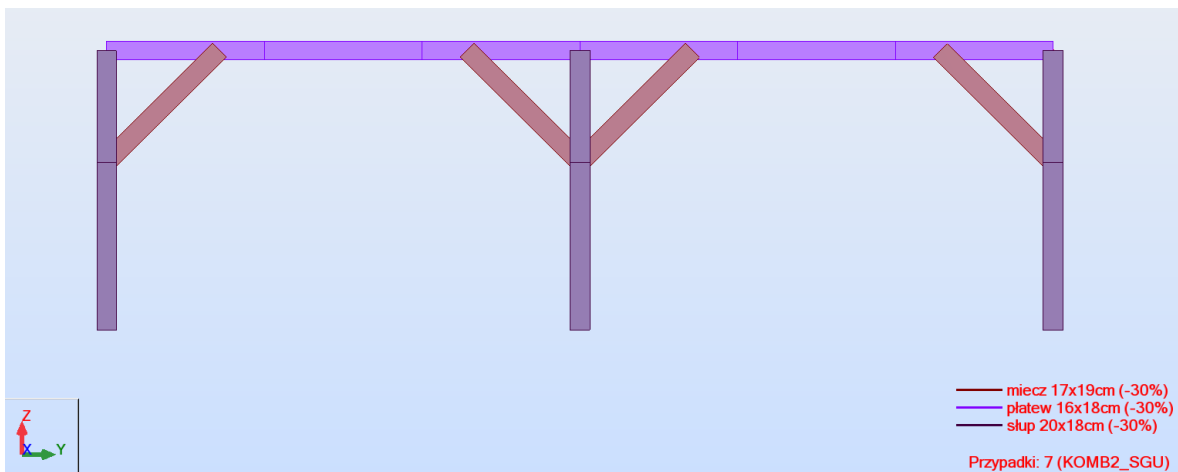
6.1 Analityczny model z uwzględnieniem zredukowanych przekrojów



Rys. 1. Trójwymiarowy model wspomagający obliczenia numeryczne



Rys. 2. Przekrój przez typowy wiązar konstrukcji drewnianej

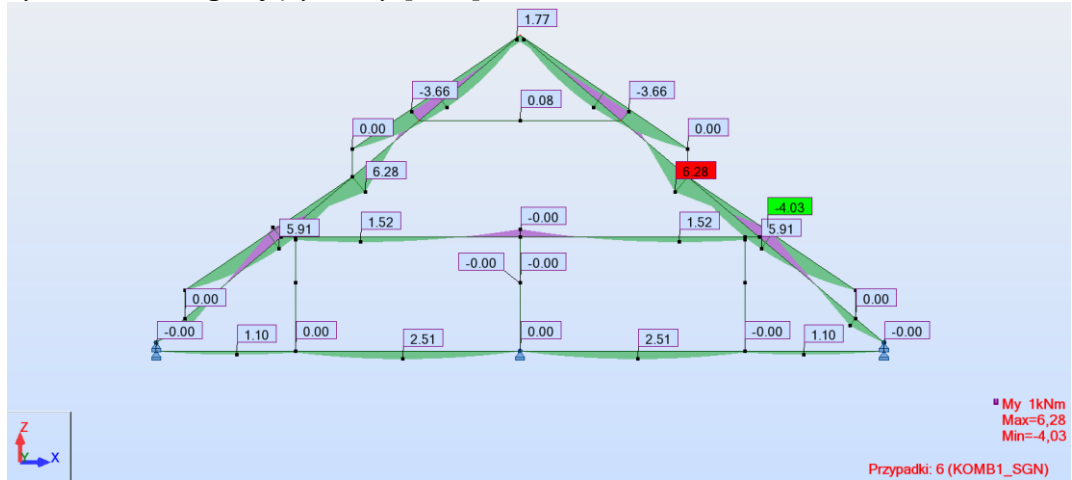


Rys. 3. Reprezentatywny fragment układu płyt

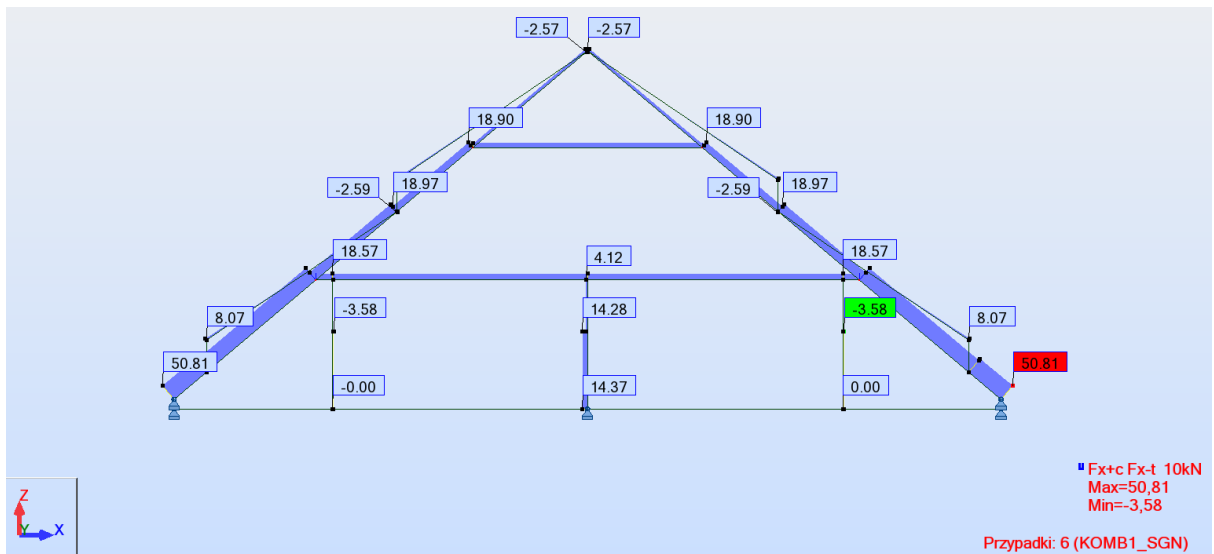
6.2 Wyniki z obliczeń statyczno-wytrzymałościowych

- **Wiązar typowy**

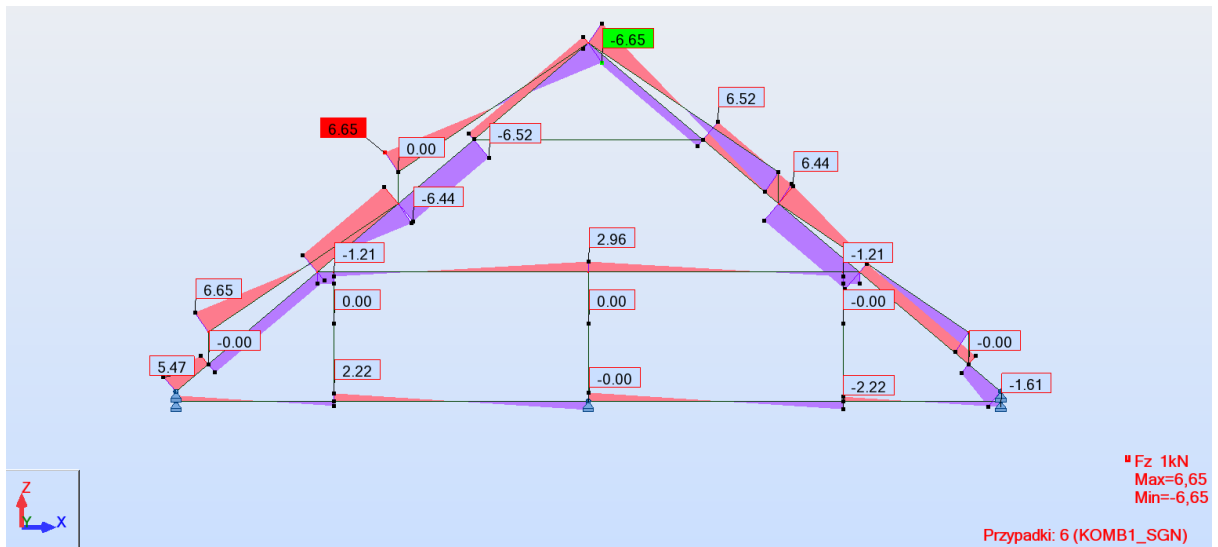
Wykresy momentów zginających M_y [kNm] dla stanu SGN



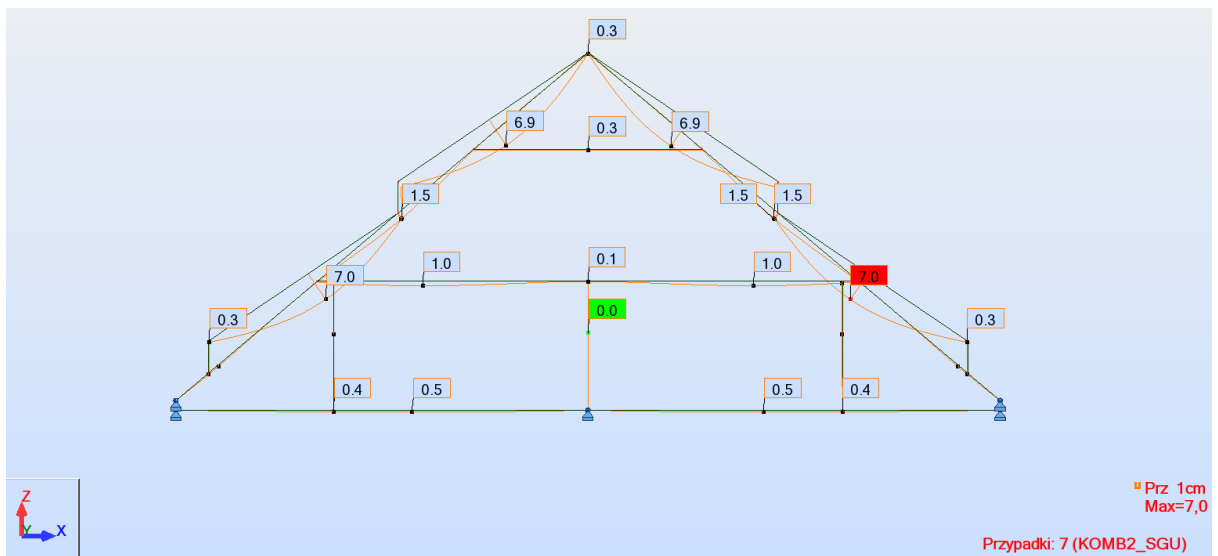
Wykresy sił ściskających F_x [kN] dla stanu SGN



Wykresy sił ścinających F_z [kN] dla stanu SGN

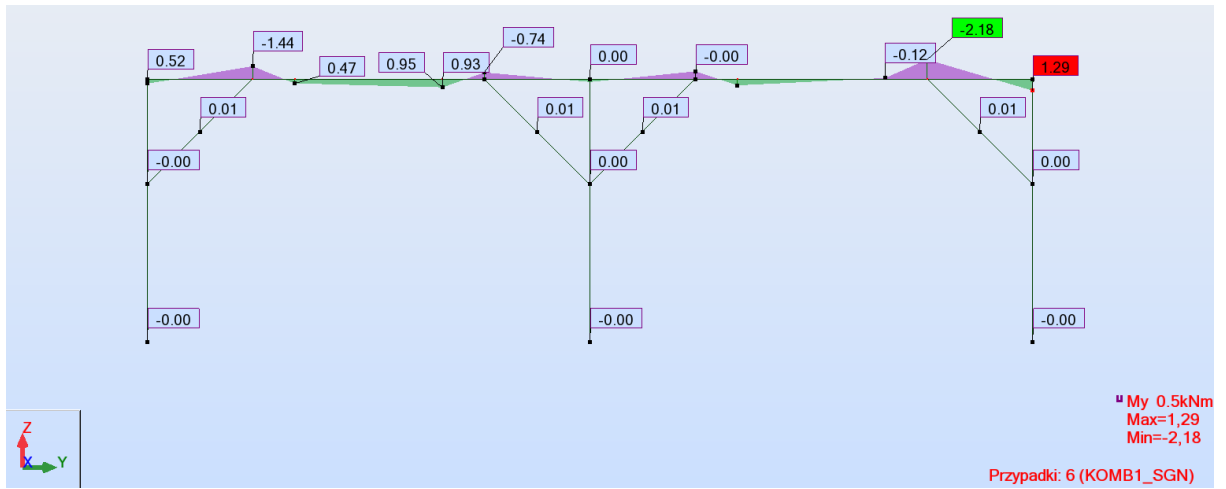


Deformacja konstrukcji więzara [cm] dla stanu SGU

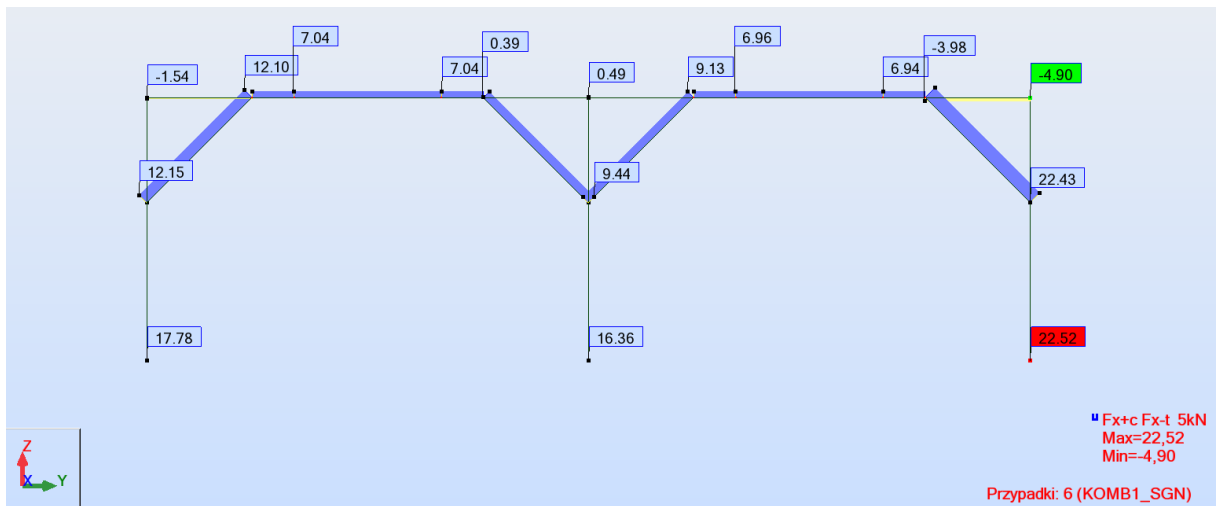


• **Reprezentatywny fragment układu płatwi**

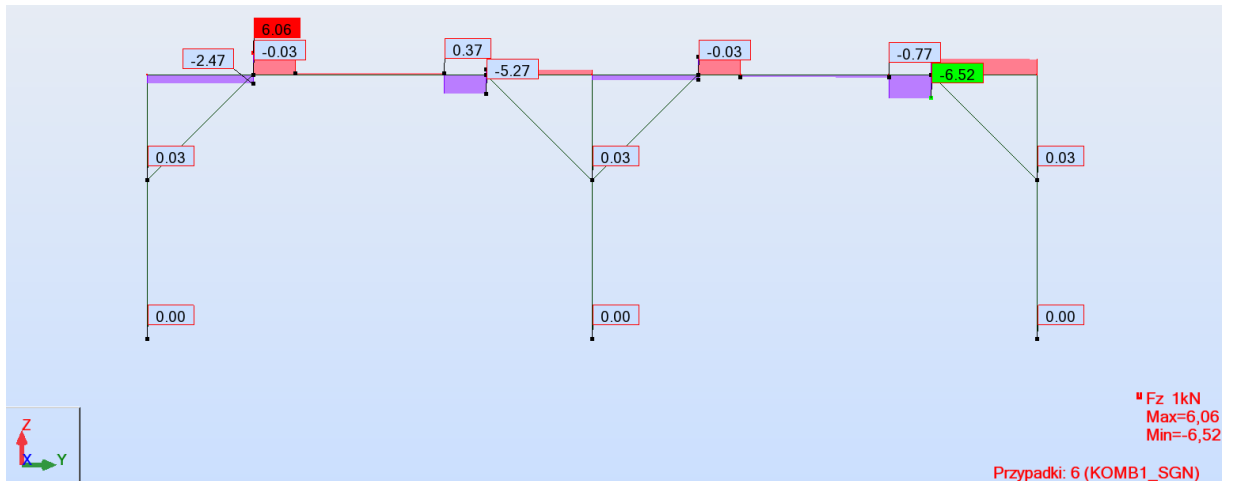
Wykresy momentów zginających M_y [kNm] dla stanu SGN



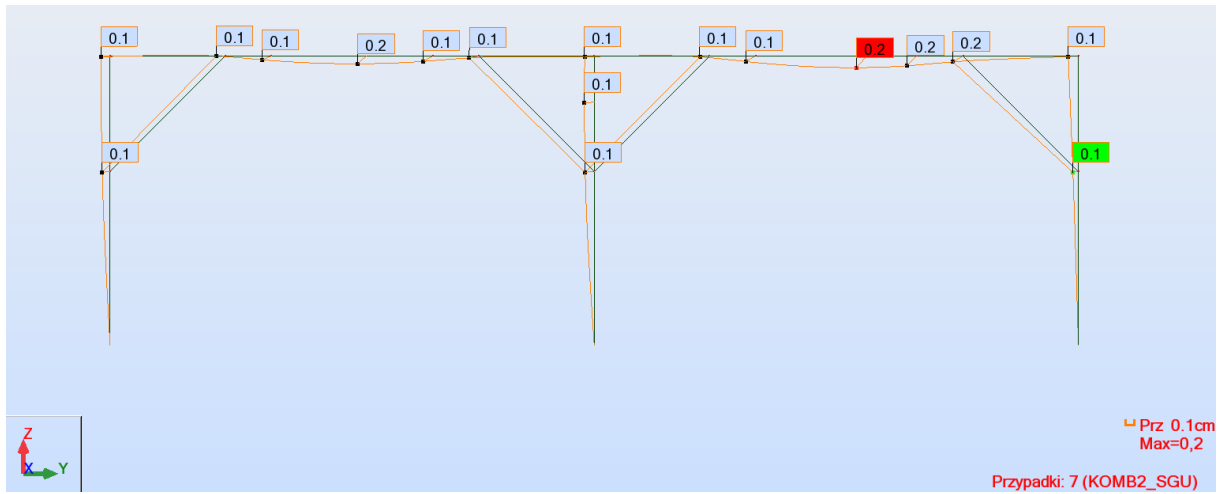
Wykresy sił ściskających F_x [kN] dla stanu SGN



Wykresy sił ścinających F_z [kN] dla stanu SGN



Deformacja konstrukcji więzara [cm] dla stanu SGU

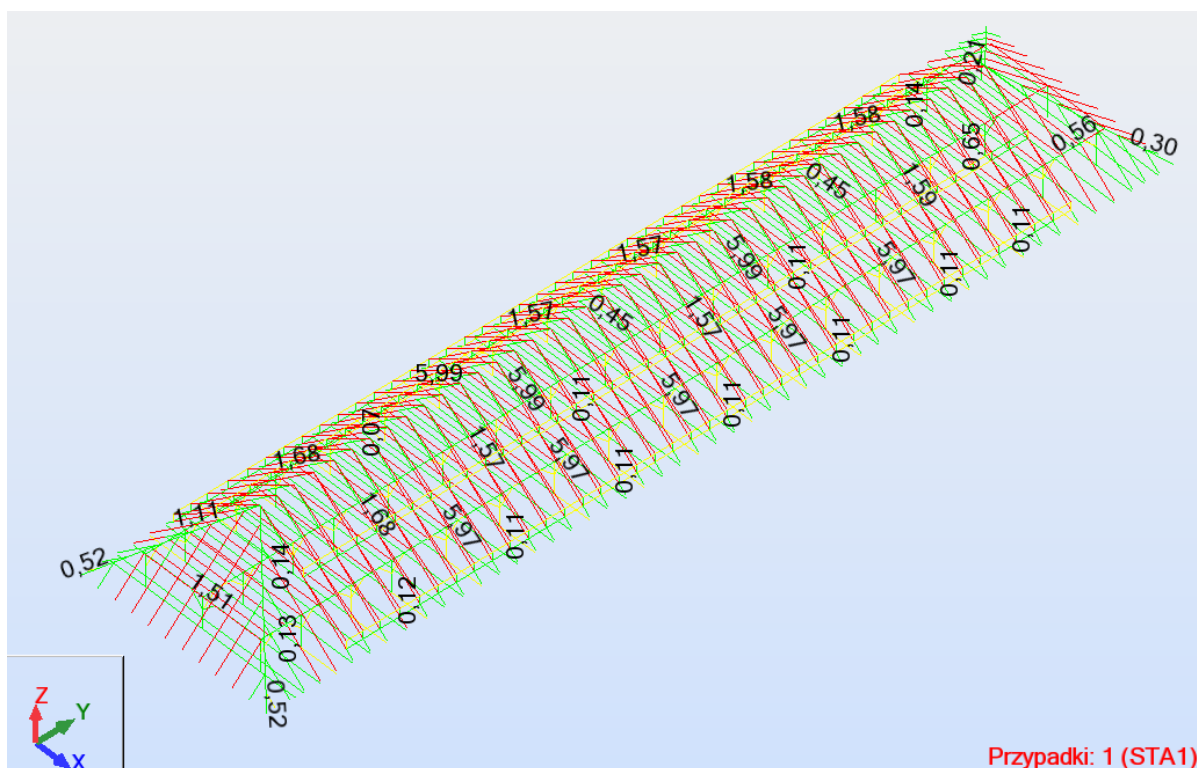


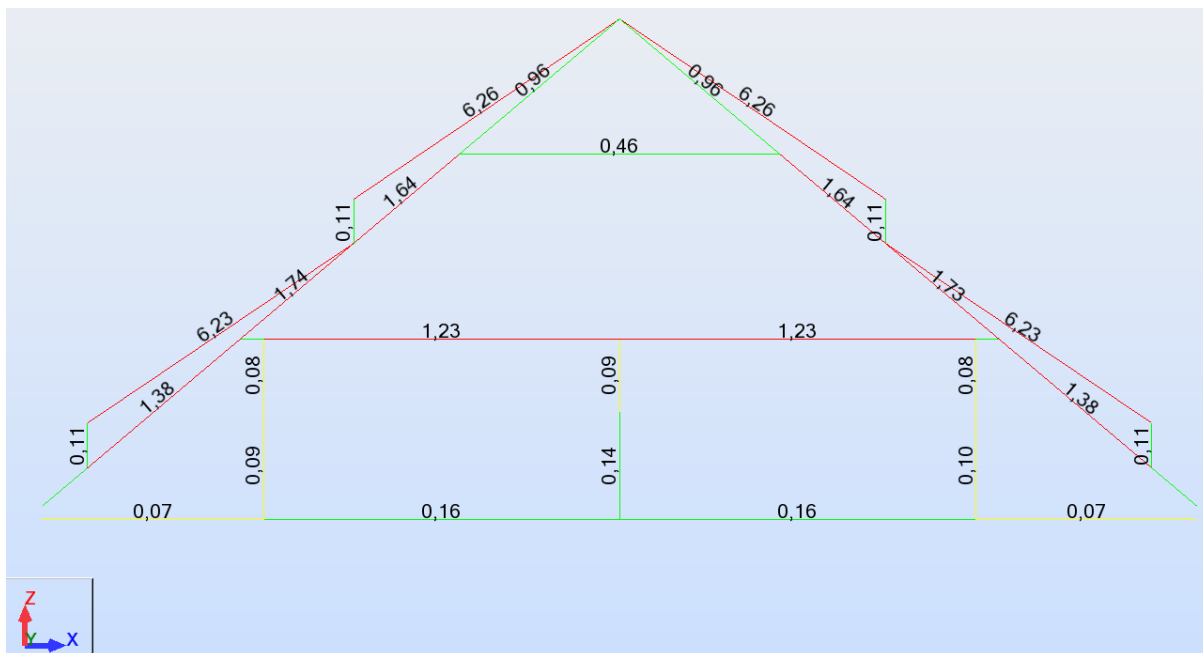
• Wyniki analizy statyczno-wytrzymałościowej dla stanów SGN

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek
Grupa : 1 1						
2099	belka 30x30cm (-30%)	C16_EC5	65.16	65.16	0.40	6 KOMB1_SGN
Grupa : 2 1						
1943	jętka 16x16cm (-30%)	C16_EC5	36.22	36.22	1.98	6 KOMB1_SGN
Grupa : 3 1						
1761	jętka 16x18cm (-30%)	C16_EC5	32.32	38.20	6.53	6 KOMB1_SGN
Grupa : 4 1						
1839	krokiew 15x16cm (-30%)	C16_EC5	112.24	123.46	7.43	6 KOMB1_SGN
Grupa : 5 1						
2048	krokiew 16x14cm (-30%)	C16_EC5	202.57	165.74	5.04	6 KOMB1_SGN
Grupa : 6 1						
1849	krokiew 18x18cm (-30%)	C16_EC5	43.84	43.84	1.84	6 KOMB1_SGN
Grupa : 7 1						
1650	krokiew narożna 19x14cm (-30%)	C16_EC5	24.66	15.85	0.80	6 KOMB1_SGN
Grupa : 8 1						
1633	krokiew narożna 17x21cm (-30%)	C16_EC5	36.05	45.06	0.43	6 KOMB1_SGN
Grupa : 9 1						
1962	miecz 17x19cm (-30%)	C16_EC5	27.99	32.66	0.34	6 KOMB1_SGN
Grupa : 10 1						
1564	platew 13x13cm (-30%)	C16_EC5	43.11	43.11	0.75	6 KOMB1_SGN
Grupa : 11 1						
1695	platew 16x18cm (-30%)	C16_EC5	43.84	51.81	1.32	6 KOMB1_SGN
Grupa : 12 1						
157	słup 20x18cm (-30%)	C16_EC5	31.98	29.69	0.65	6 KOMB1_SGN
Grupa : 13 1						
1830	słupek 10x14cm (-30%)	C16_EC5	19.17	24.65	0.12	6 KOMB1_SGN

• Wyniki analizy statyczno-wytrzymałościowej dla stanów SGU

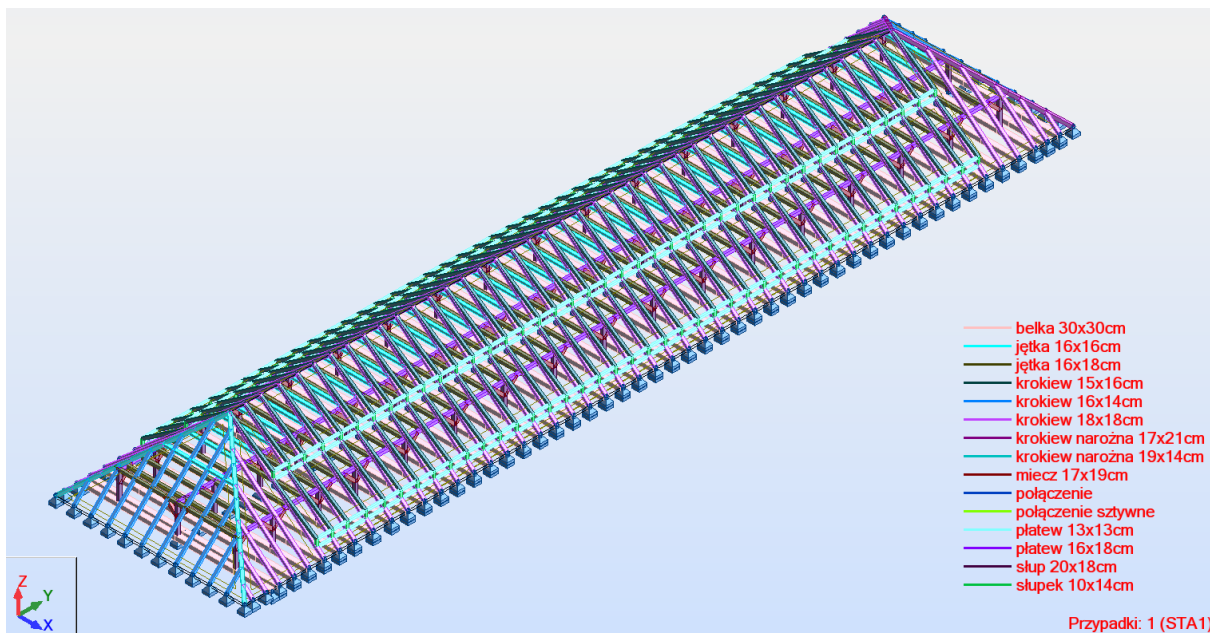
Pręt	Profil	Materiał	Prop.(uy)	Przyp.(uy)	Prop.(uz)	Przyp.(uz)
Grupa: 1 1						
2099	belka 30x30cm (-30%)	C16_EC5	0.00	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.38	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa: 2 1						
1725	jętka 16x16cm (-30%)	C16_EC5	0.63	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.59	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa: 3 1						
1896	jętka 16x18cm (-30%)	C16_EC5	0.75	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.90	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa: 4 1						
1835	krokiew 15x16cm (-30%)	C16_EC5	0.00	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	3.97	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa: 5 1						
2048	krokiew 16x14cm (-30%)	C16_EC5	1.18	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	7.23	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa: 6 1						
1681	krokiew 18x18cm (-30%)	C16_EC5	0.08	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.53	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa: 7 1						
1663	krokiew narożna 19x14cm (-30%)	C16_EC5	0.06	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.16	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa: 8 1						
1767	krokiew narożna 17x21cm (-30%)	C16_EC5	0.01	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.07	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa: 9 1						
1583	miecż 17x19cm (-30%)	C16_EC5	0.00	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.00	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa: 10 1						
1564	platew 13x13cm (-30%)	C16_EC5	0.14	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.07	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa: 11 1						
1695	platew 16x18cm (-30%)	C16_EC5	0.00	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.47	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa: 12 1						
157	słup 20x18cm (-30%)	C16_EC5	0.15	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.00	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa: 13 1						
1460	słupek 10x14cm (-30%)	C16_EC5	0.00	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.00	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.



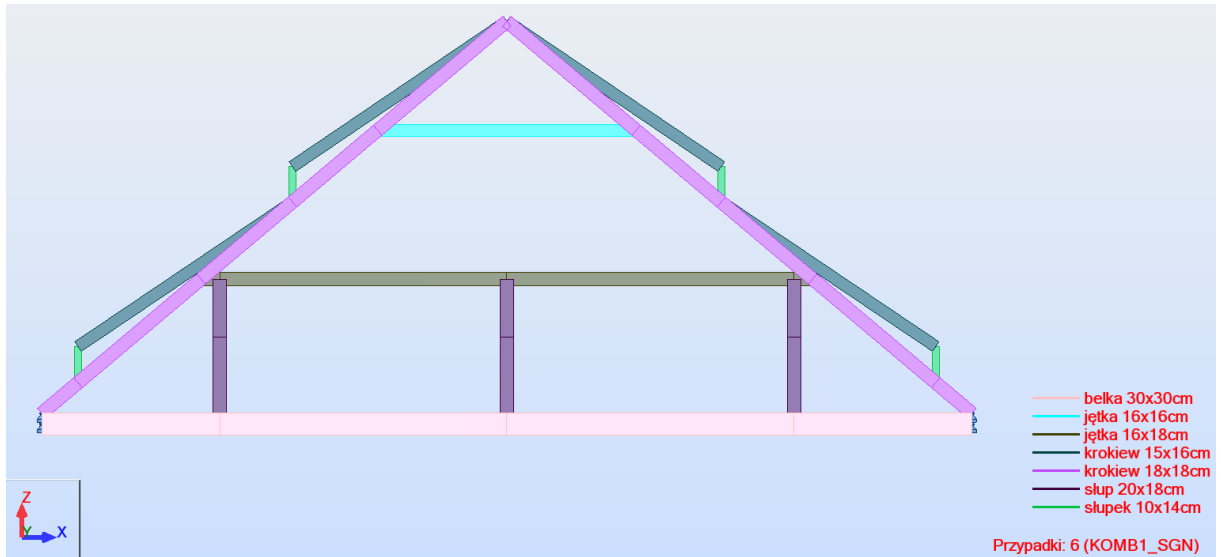


Widok poziomu wytyczenia istniejącej konstrukcji więźby drewnianej.
Kolorem **czernym** zaznaczono elementy nie spełniające warunku swojej nośności

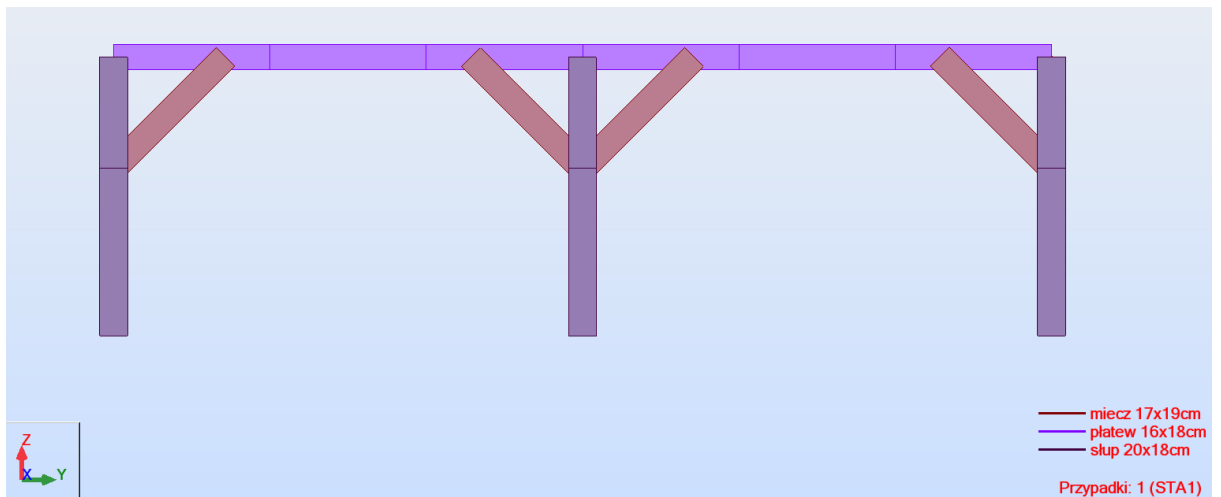
6.3 Analityczny model bez uwzględnienia zredukowanych przekrojów



Rys. 4. Trójwymiarowy model wspomagający obliczenia numeryczne



Rys. 5. Przekrój przez typowy więzar konstrukcji drewnianej

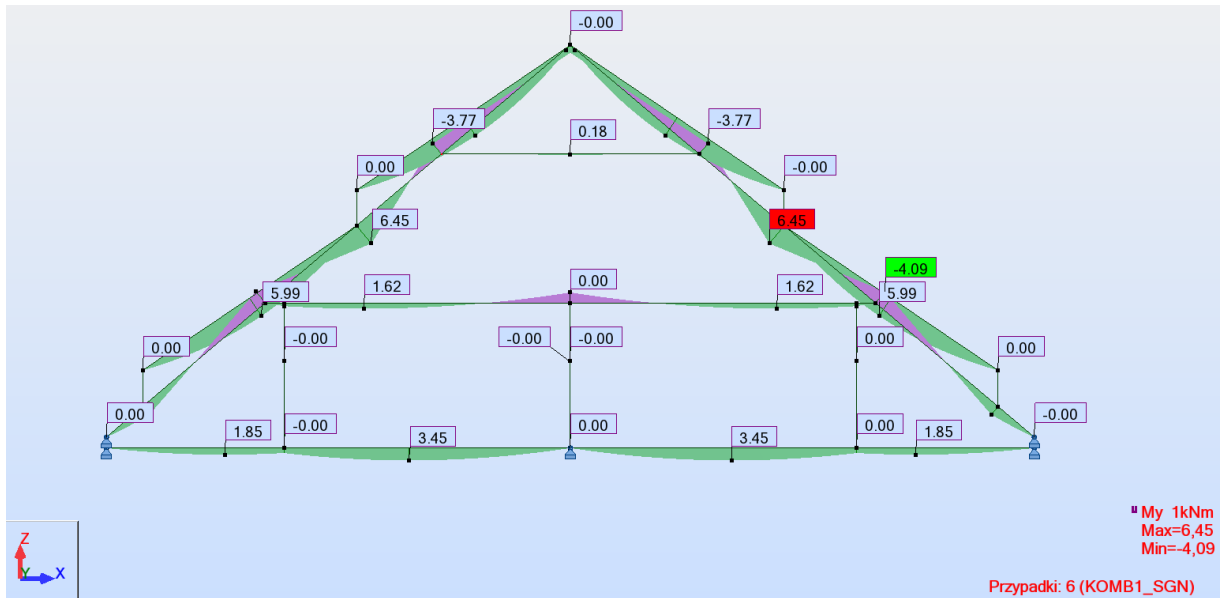


Rys. 6. Reprezentatywny fragment układu płatwi

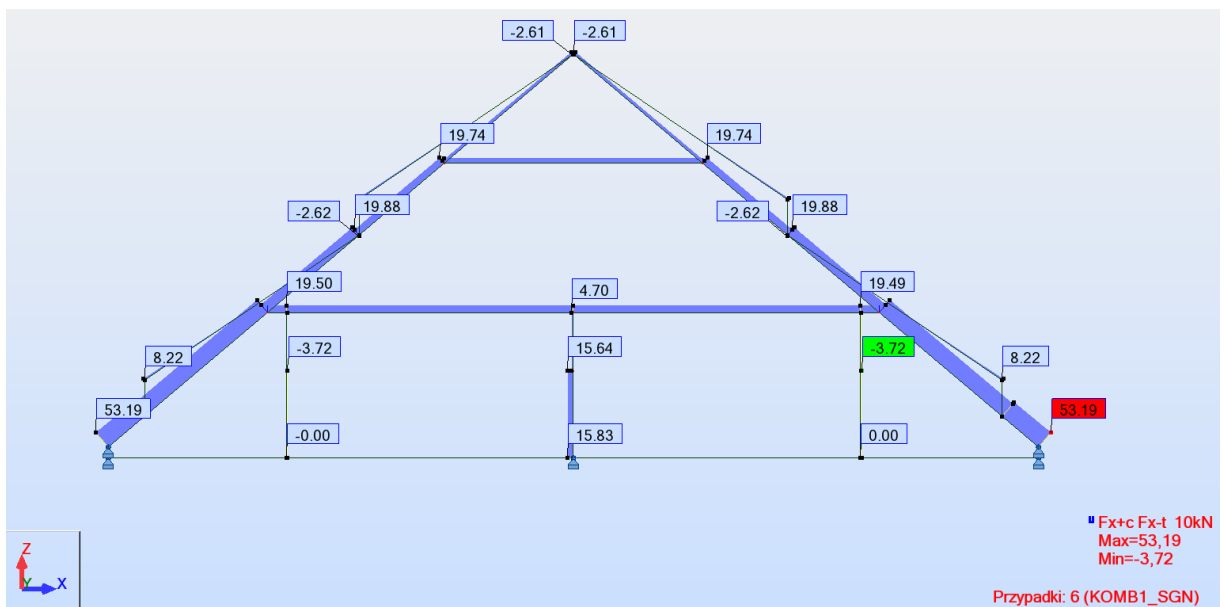
6.4 Wyniki z obliczeń statyczno-wytrzymałościowych

- **Wiązar typowy**

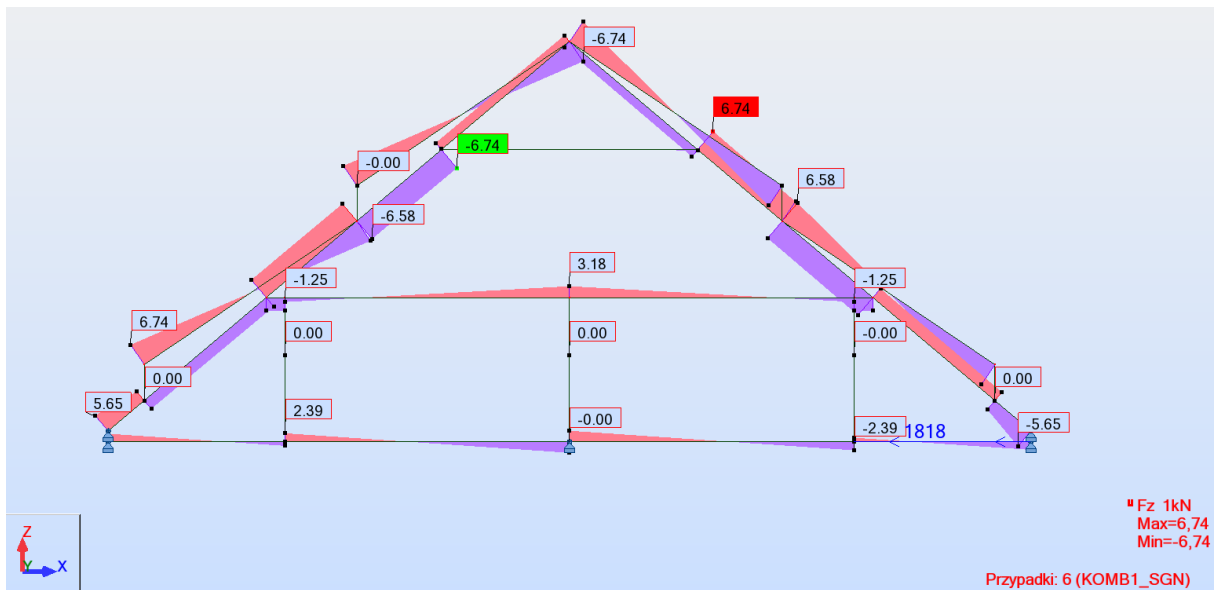
Wykresy momentów zginających M_y [kNm] dla stanu SGN



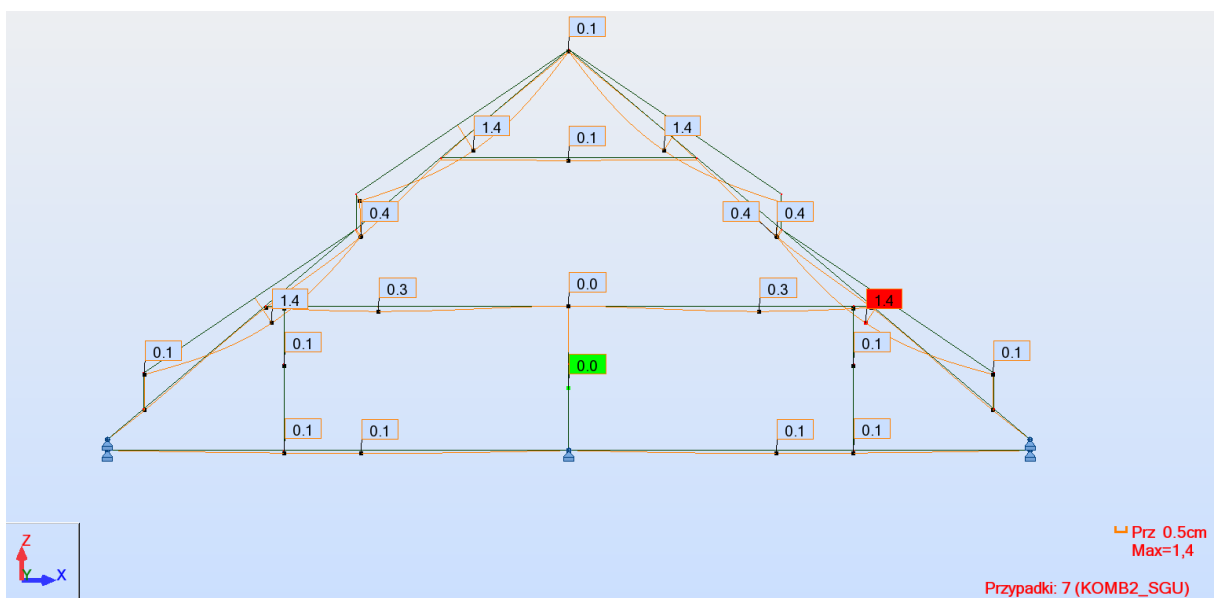
Wykresy sił ściskających F_x [kN] dla stanu SGN



Wykresy sił ścinających Fz [kN] dla stanu SGN

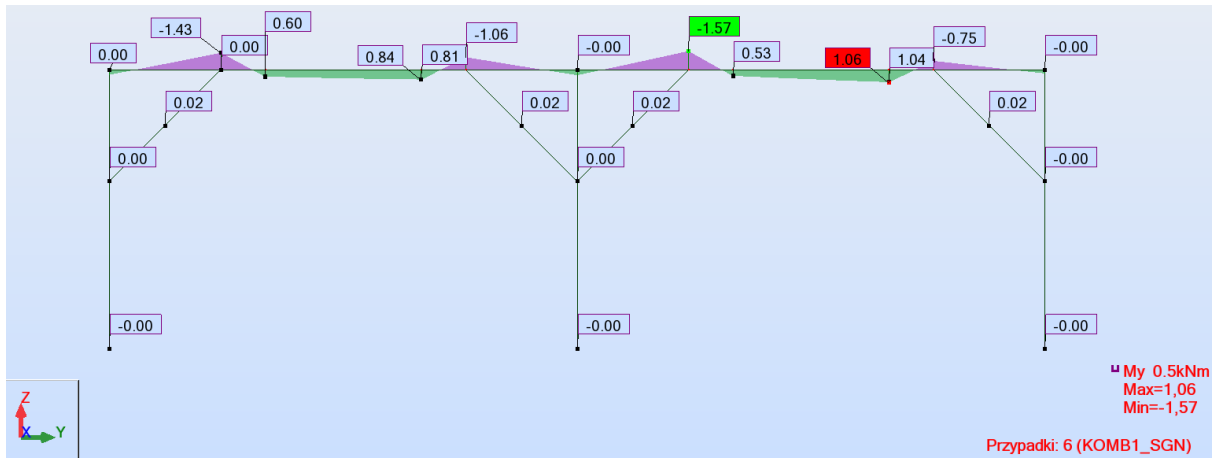


Deformacja konstrukcji więzara [cm] dla stanu SGU

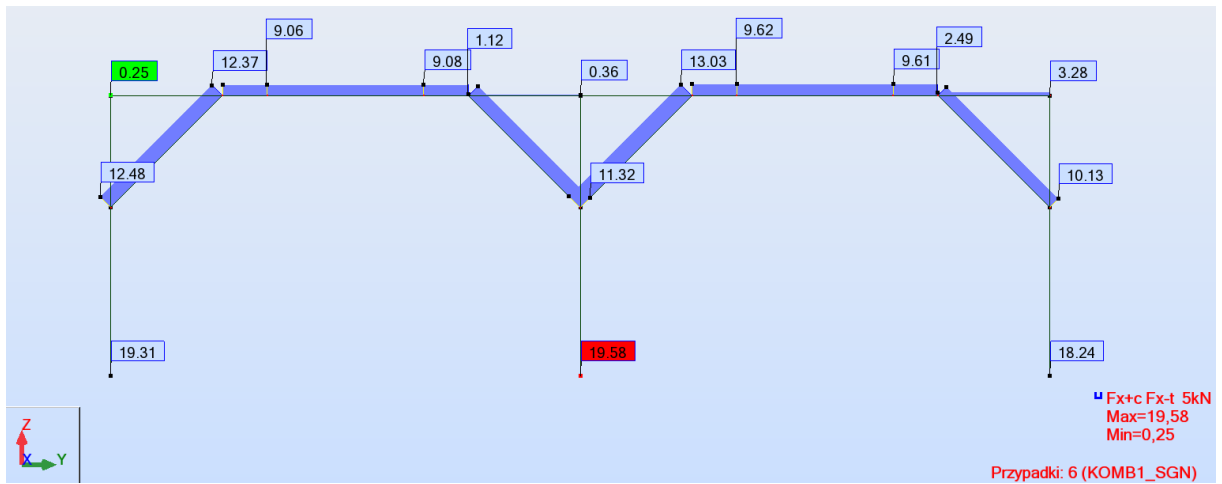


• **Reprezentatywny fragment układu płatwi**

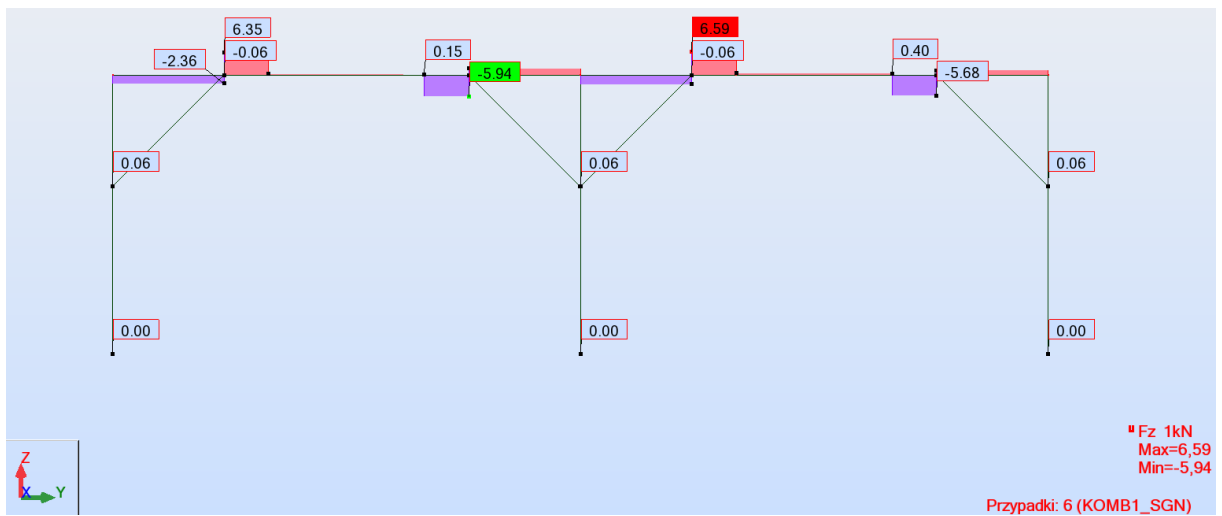
Wykresy momentów zginających M_y [kNm] dla stanu SGN



Wykresy sił ściskających F_x [kN] dla stanu SGN

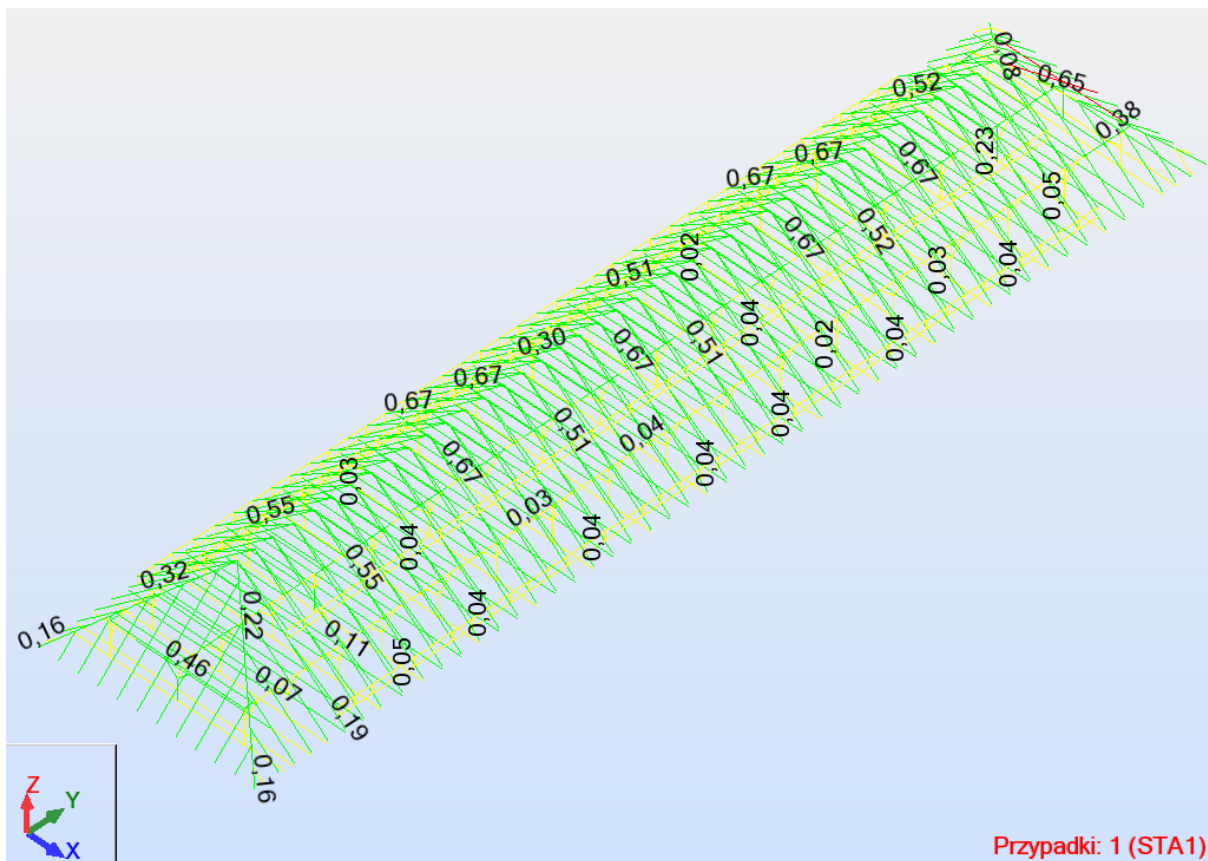


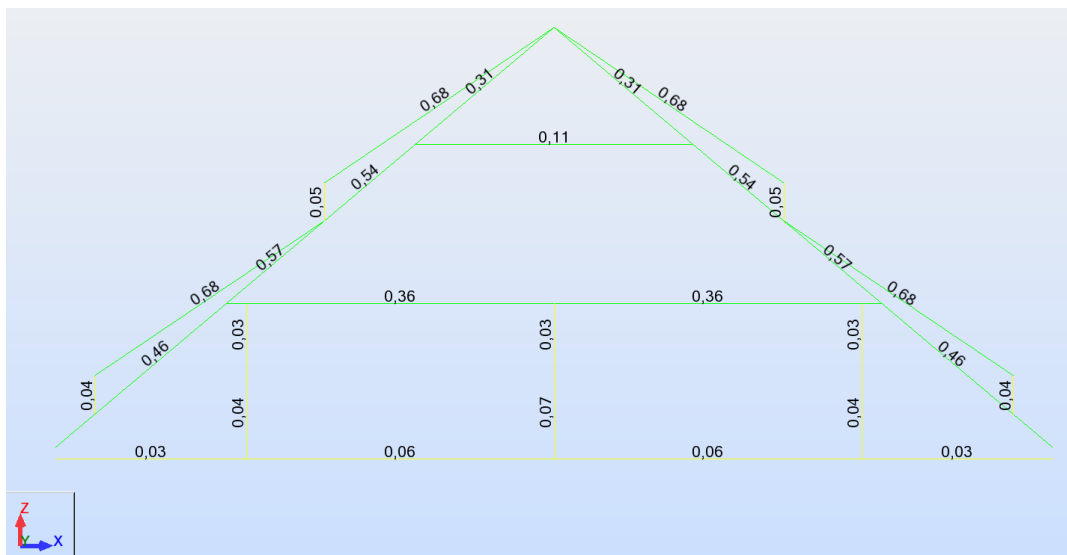
Wykresy sił ścinających F_z [kN] dla stanu SGN



• Wyniki analizy statyczno-wytrzymałościowej dla stanów SGU

Pręt	Profil	Materiał	Prop.(uy)	Przyp.(uy)	Prop.(uz)	Przyp.(uz)
Grupa : 1 1						
2099 Z	belka 30x30cm	C20_EC5	0.00	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.10	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa : 2 1						
1725	jętka 16x16cm	C20_EC5	0.11	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.10	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa : 3 1						
1896 Z	jętka 16x18cm	C20_EC5	0.16	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.19	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa : 4 1						
1835 Z	krokiew 15x16cm	C20_EC5	0.00	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.74	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa : 5 1						
2048	krokiew 16x14cm	C20_EC5	0.19	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	1.20	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa : 6 1						
1683 Z	krokiew 18x18cm	C20_EC5	0.02	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.12	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa : 7 1						
1670 Z	krokiew narożna 19x14cm	C20_EC5	0.01	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.03	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa : 8 1						
1764 Z	krokiew narożna 17x21cm	C20_EC5	0.00	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.02	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa : 9 1						
1061	miecz 17x19cm	C20_EC5	0.00	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.00	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa : 10 1						
1564 Z	platew 13x13cm	C20_EC5	0.02	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.01	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa : 11 1						
1695 Z	platew 16x18cm	C20_EC5	0.00	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.12	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa : 12 1						
157 W	słup 20x18cm	C20_EC5	0.04	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.00	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.
Grupa : 13 1						
891 W	słupek 10x14cm	C20_EC5	0.00	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.	0.00	1(1+0.8)*1 + 1(1+0.





Widok poziomy wyteżenia istniejącej konstrukcji więźby drewnianej.
Kolorem **czzerwonym** zaznaczono elementy nie spełniające warunku swojej nośności

7. Analiza odkształceń geometrycznych

Podczas przeglądu stanu zachowania technicznego drewnianych elementów więźby dachowej dawnej słodowni zespołu gospodarczego w Wilanowie zrealizowano badania utrwalonych odkształceń geometrycznych głównych elementów nośnych tej więźby oraz odkształceń pionowych zewnętrznego gzymsu zlokalizowanego na północnej elewacji.

Poniżej przedstawiono otrzymane wyniki z przeprowadzonych pomiarów:

Odkształcenia pionowe jętek			
<u>Jętka północna</u>		<u>Jętka południowa</u>	
Nr punktu	Odkształcenie [mm]	Nr punktu	Odkształcenie [mm]
pkt 1	-116	pkt 1	-144
pkt 2	-149	pkt 2	-199
pkt 3	-113	pkt 3	-77
pkt 4	-107	pkt 4	-96
pkt 5	-183	pkt 5	-131
pkt 6	0	pkt 6	-37
pkt 7	-128	pkt 7	-112
pkt 8	-248	pkt 8	-186
pkt 9	-42	pkt 9	0
pkt 10	-38	pkt 10	-63
pkt 11	-19	pkt 11	-45
pkt 12	-75	pkt 12	-77
pkt 13	-73	pkt 13	-45
pkt 14	-71	pkt 14	-69
pkt 15	-38	pkt 15	-73
pkt 16	-46	pkt 16	-51

Odkształcenia pionowe gzymsu	
Nr punktu	Odkształcenie [mm]
pkt 1	-23
pkt 2	-22
pkt 3	-24
pkt 4	-18
pkt 5	-9
pkt 6	-15
pkt 7	-21
pkt 8	-41
pkt 9	-27
pkt 10	-14
pkt 11	0

Odkształcenia pionowe płatwi			
<u>Płatew południowa</u>		<u>Płatew północna</u>	
Nr punktu	Odkształcenie [mm]	Nr punktu	Odkształcenie [mm]
pkt 1	-105	pkt 1	0
pkt 2	-149	pkt 2	-57
pkt 3	-140	pkt 3	-88
pkt 4	-148	pkt 4	-36
pkt 5	-146	pkt 5	-18
pkt 6	-102	pkt 6	-31
pkt 7	-96	pkt 7	-36
pkt 8	-110	pkt 8	-44
pkt 9	-99	pkt 9	-43
pkt 10	-55	pkt 10	-56
pkt 11	-11	pkt 11	-51
pkt 12	0	pkt 12	-32
		pkt 13	-26
		pkt 14	-3

Na podstawie przeprowadzonych badań polegających na wykonaniu pomiarów odkształceń geometrycznych głównych elementów nośnych układu drewnianej więźby dachowej oraz zewnętrznego północnego gzymsu można odnotować następujące zależności:

- a) Imperfekcja geometryczna reprezentowana przez maksymalne ugięcie jętki północnej wynosi **248mm**.
- b) Imperfekcja geometryczna reprezentowana przez maksymalne ugięcie jętki południowej wynosi **199mm**.

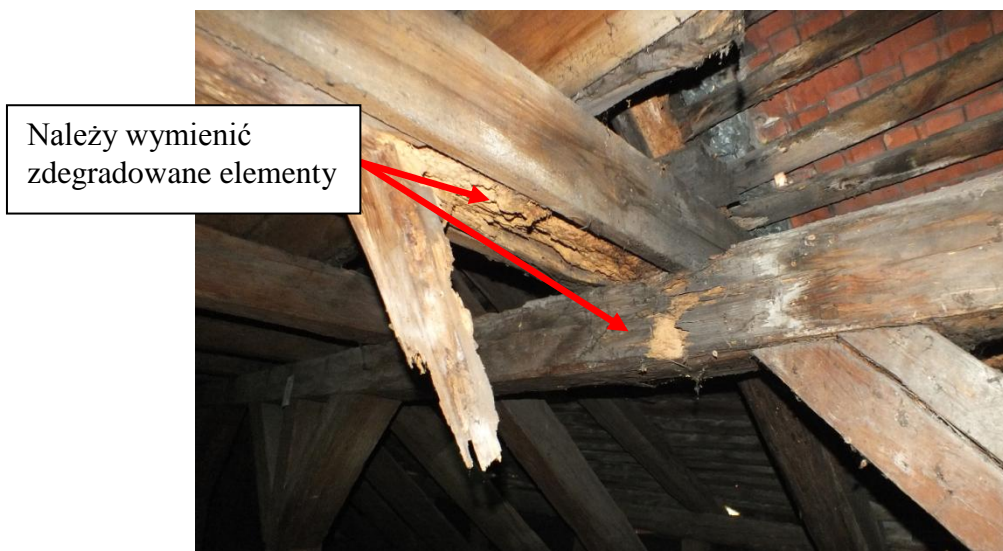
- c) Imperfekcja geometryczna reprezentowana przez maksymalne odkształcenie pionowe gzymsu wynosi **41mm**.
- d) Imperfekcja geometryczna reprezentowana przez maksymalne ugięcie płatwi północnej wynosi **149mm**.
- e) Imperfekcja geometryczna reprezentowana przez maksymalne ugięcie płatwi południowej wynosi **88mm**.

Przeprowadzone badania dają podstawę do sformułowania wniosku, iż pomierzone główne elementy drewnianej więźby wykazują ponadnormatywne odkształcenia geometryczne mogące być zagrożeniem dla bezpieczeństwa konstrukcji.

8. Program prac wzmacniających

W związku z opracowaniem projektu budowlanego zamiennego w stosunku do projektu budowlanego remontu dachu budynku dawnej słodowni zlokalizowanego przy ul. Stanisława Kostki Potockiego 7 w Warszawie pozytywnie zaopiniowanego przez Urząd Dzielnicy Wilanów m.st. Warszawy przedstawia się następujący zamienny program prac budowlanych:

1. Należy przewidzieć demontaż oraz ponowne wykonanie warstw istniejącego pokrycia dachowego. W tym celu należy zastosować ceramiczną dachówkę o żłobkowym wykończeniu. Dachówka ta winna mieć wymiary 15,5x36cm. Na załamaniach połaci dachowych należy zastosować gąsior o cylindrycznym kształcie. Wszystkie te elementy winny być zgodnie kolorystycznie i geometrycznie do obecnie zastosowanych. Należy wymienić istniejące łąty drewniane na nowe z drewna klasy co najmniej C18 z zapewnieniem zabezpieczenia przeciwogniowego a także przeciw korozji biologicznej i atmosferycznej.
2. Wszystkie elementy zdegradowane wykazujące oznaki przedawaryjnego stanu technicznego oraz elementy posiadające zmniejszone przekroje poprzeczne od przyjętych w obliczeniach statyczno-wytrzymałościowych należy wymienić na nowe o zgodnych z zalecanymi wymiarach geometrycznych. Należy również przewidzieć uzupełnienie istniejącego układu więźby drewnianej o brakujące elementy wsporcze sygnalizowane wrębami ciesielskimi. Nowowprowadzane elementy drewniane należy wykonać z drewna klasy co najmniej C24 oraz należy je formować w sposób wykazujący na ręczną (ciesielską) obróbkę ich powierzchni. Wszystkie elementy (zarówno istniejące jak i projektowane) winny być zabezpieczone przed korozją biologiczną oraz przeciwpożarowo. W tym celu dopuszcza się zastosowanie powłok malarskich bądź impregnatów, np. środek "FIRESMART Bio - P/POŻ" lub "UNIEPAL - DREW + MYCETOX B" lub środki o podobnych właściwościach.



Fot. 3. Widok oparcia wzmocnionej wtórnie jętki na płatwi. Elementy te należy wymienić na nowe.



Fot. 4. Widok ubytku miecza drewnianego wspierającego płatw

3. Należy wykonać wzmocnienia strukturalne wszystkich pozostawianych drewnianych elementów oraz wypełnienie ubytków istniejących elementów drewnianych przy pomocy poliuretanowego środka firmy Remmers Holzverfestigung przeznaczonego do wzmocniania drewna. Możliwe jest również wzmocnienie istniejących elementów przez wprowadzenie w ich przekrój wzmocnień w formie materiałów kompozytowych. Prace wzmocniające należy wykonać tak aby drewno posiadało właściwości odpowiadające klasie co najmniej C24. Celem potwierdzenia przyjętych założeń zaleca się wykonanie indywidualnych badań drewnianych elementów po wzmocnieniu strukturalnym.
4. W obrębie węzłów wykazujących nadmierną deformację oraz ubytki strukturalne należy wykonać niezbędne wzmocnienia poprzez zastosowanie dodatkowych elementów drewnianych bądź stalowych. Zaleca się także wykonanie wzmocnień strukturalnych opisanych w powyższym punkcie.
5. Dopuszcza się naprawę lokalnych uszkodzeń drewna w postaci ubytków na stosunkowo niewielkich powierzchniach poprzez uzupełnienie metodą flekowania

- (metoda drewno-drewno) polegającym na wstawieniu odpowiednio wyciętego fragmentu klocka drewnianego. Podczas realizowania tej metody należy użyć tego samego gatunku drewna z analogicznym układem słoików. Wilgotność wbudowanego drewna winna być taka sama jak drewna elementu wzmacnianego. Dopuszcza się zastosowanie zdrowego drewna pozyskanego z rozbiórki. W przypadku wprowadzenia nowego drewna zaleca się użycia materiału po co najmniej pięcioletnim sezonowaniu.
6. W przypadku stwierdzenia zwiększonej strefy porażenia biokorozyjnego wtórnych wzmocnień elementów drewnianych wykonanych w formie przykładek i nakładek należy je zdemontować i wymienić na nowe.
 7. Należy zrealizować wzmocnienie korony muru poprzez uformowanie obwodowego wieńca wykonanego ze stalowych kształtowników kotwionych w układzie mijankowym do zewnętrznych murowanych ścian budynku.
 8. Zaleca się usunięcie wtórnie wykonanych podpór drewnianych doprowadzając konstrukcję więźby do jej pracy zgodnie z pierwotnie założonym schematem statycznym.
 9. Wymagane jest zwiększenie nośności stref podporowych belek drewnianych zlokalizowanych nad I piętrem przy pomocy wklejanych stalowych prętów. Pręty te należy osadzać w odległości min. 60cm od krawędzi ściany murowanej stanowiącej oparcie danego elementu drewnianego. Alternatywnie można wzmocnić strefy podporowe za pomocą iniekcji drewna kompozytami polimerowymi. Zabiegi te zwiększają kilkakrotnie wytrzymałość drewna na ściskanie w poprzek włókien oraz zwiększają jego odporność na zawilgocenia i korozję biologiczną.
 10. Niezbędne jest wykonanie zabiegów remontowo - naprawczych murowanych trzonów kominowych oraz filarów znajdujących się na osi podłużnej budynku. Początkowo należy skuć wszystkie warstwy tynków oraz określić stan techniczny elementów murowych i spoinowania. W przypadku rozpoznania nieprawidłowości należy przewidzieć prace budowlane polegające na uzupełnieniu lokalnych ubytków strukturalnych elementów murowych i spoinowania oraz przemurowaniu rozluźnionej warstwy cegieł. Zaleca się także zrealizowanie programu prac polegających na oczyszczeniu licowej warstwy elementów murowanych. Po wykonaniu opisywanych prac budowlanych należy powtórnie nanieść ochronną warstwę tynku na trzony kominowe i filary murowane.
 11. Konstrukcję wsporczą drewnianych klatek schodowych należy poddać niezbędnym pracom remontowym polegającym na ich oczyszczeniu, wzmocnieniu strukturalnym drewna oraz wypełnieniu ubytków istniejących elementów drewnianych przy pomocy polieteranowego środka firmy Remmers Holzverfestigung przeznaczonego do wzmacniania drewna.
 12. Należy wykonać prace budowlane polegające na wykonaniu nowej instalacji odgromowej. Pod powierzchnią terenu należy przewidzieć wykonanie uziomu otokowego. W przypadku niemożliwości wykonania uziomu otokowego należy wykonać uziom pionowy (szpilkowy) zgodnie z załączonymi rysunkami.
 13. Należy uwzględnić remont istniejących rynien i rur spustowych. W tym celu należy wykonać i zawiesić nowe rynny i rury z blachy miedzianej. Do tego celu należy zastosować rynny półokrągłe o średnicy \varnothing 18 cm oraz rury okrągłe o średnicy \varnothing 18 cm.
 14. W programie remontu niezbędny jest demontaż oraz ponowne wykonanie przypustnic drewnianych zlokalizowanych obwodowo w paśmie linii styku zewnętrznej ściany murowanej i oparcia układu krokwi. Odtworzenie tych elementów należy zrealizować zgodnie z dokumentacją rysunkową dołączoną do niniejszego opracowania. Nowoprojektowane elementy drewniane należy wykonać z drewna klasy co najmniej

- C24. Wszystkie elementy (zarówno istniejące jak i projektowane) winny być zabezpieczone przed korozją biologiczną oraz przeciwpożarowo. W tym celu dopuszcza się zastosowanie powłok malarskich bądź impregnatów, np. środek "FIRESMART Bio - P/POŻ" lub "UNIEPAL - DREW + MYCETOX B" lub środki o podobnych właściwościach.
15. Należy wykonać i zamontować obróbki blacharskie z blachy miedzianej. Obróbki pasów nadrynnowych należy wykonać o szerokości ponad 25 cm. Należy również wykonać obróbki w strefie wyłazów dachowych oraz na linii styku połączenia dachowej i trzonów kominowych.
 16. W strefie styku belek stropowych i warstw muru należy zastosować warstwę izolacyjną w postaci papy z posypką. Zastosowana papa winna być odporna na ścieranie oraz na rozciąganie, np. papy firmy ICOPAL lub równoważne.
 17. Należy wszystkie połączenia dachu wyposażyć w bariery przeciwśniegowe wykonane indywidualnie, z materiałów kompozytowych lub jako stalowe, ocynkowane i malowane proszkowo. Wzór i formę barierki śniegowej należy zaprojektować indywidualnie i uzgodnić na komisji konserwatorskiej z przedstawicielami Mazowieckiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków. Ten element jest również zależny od sposobu docelowego rozwiązania systemu odwodnienia.
 18. W związku z wprowadzoną na wniosek nadzoru konserwatorskiego rezygnacją ze wzmacniania przekrojów drewnianych elementami stalowymi należy po demontażu pokrycia i istniejącego łączenia przeprowadzić dodatkową kontrolę stanu zachowania krokwi, które w tego typu konstrukcjach wykazują najczęściej uszkodzeń na ich górnej powierzchni. Należy mieć na uwadze fakt, że w świetle wyników obliczeń konstrukcyjnych może być uznana jako bezpieczna tylko przy zapewnieniu zastosowanej klasy drewna i przy braku wad ukrytych.
 19. Na etapie wymiany skorodowanych drewnianych słupów wsporczych należy podjąć próbę korekty drewnianej konstrukcji przez jej lokalne podwindowanie.
 20. Stosownie do wyników oceny stanu zachowania konstrukcji po jej odsłonięciu należy się liczyć z potrzebą wprowadzenia stężeń w połączeniu dachu jako zamiennego rozwiązania za wnioskowaną przez nadzór konserwatorski rezygnację z deskowania połączenia dachu.